

物理コース：回転は面白い

村 井 利 行

今回は「回転」を取り上げた。この題材は中学校の理科にはなく、高校物理でも上級コースである物理Ⅱで扱っている。しかし、定量的な扱いでなければ、ある程度は中学生でも理解できるだろうという見通しのもとに、授業を組み立ててみた。慣性の法則をベースにして、まずは遠心力の原因を扱い、さらに「自転車が倒れない理由」であるいわゆるジャイロ効果に踏み込んだ。また、角運動量保存に関する簡単な実験も行った。今回も、体験授業用に4ページのテキストを作成した。

1. 慣性の法則

本題の「回転」を扱う前に、慣性の法則を説明した。エアトラックを用い「力がはたらかない物体は、同じ動きを続けようとする」という「慣性」を丁寧に説明した。今回の授業の土台になる基本原理である。受講生達は大方、慣性の法則は既習ではあるが、エアトラックを見るのは初めてのようで、皆熱心に見入っていた。エアトラック上をゆっくり滑走するコースターを、あたかも糸で引いているかのように見せる演技をしたら大受けだった（これは通常の授業でもやっている）。これは、コースターを動かしているものは何もない、ということを伝えるための効果的な方法である。

2. 遠心力の原因

遠心力は非常に身近だが、それがどんな原因で現れてくるのか、と問われると大人でもそう簡単には答えられないだろう。中学生なら、そんなことは分からなくて当然と考えていたかも知れない。その遠心力が、学校で教わった慣性の法則が原因となって現れている、ということを知るのは有意義なことである。まずは、直進していたバスが右折するとき、乗客は真っ直ぐ進もうとし、「バスが左から寄ってくる」という状況を理解してもらった。そしてこの現象を、バスを基準にして見るとき、乗客には力がはたらいたと解釈でき、それが遠心力であると説明した。水を入れたバケツを鉛直面で回転させる演示は大受けであった。

3. 回転のマジック：ジャイロ効果

今回の授業の“目玉”はジャイロ効果である。複雑な現象ではあるが、コマや自転車など身近なところにもジャイロ効果はよく顔を出してくる。大型の地球ゴマを2名に1個配り実験を行った。地球ゴマの軸を水平にして机の上に置き、片方の軸受けに小さなクリップを付ける。コマが回転してなければ、軸はクリップの重みで傾く（倒れる）。しかし、コマを指で回転させておくと、軸はほぼ水平面上で回転し出すのである。つまり、クリップの重みで倒れることなく、別の動きをしだすのである。はじめのうち、コマを指でうまく回せない生徒もいた。少し経って、うまくいくと、方々で歓声があがっていた。

4. 回 転 軸

上記3のジャイロ効果は、自転車走り出すと倒れにくくなる理由を説明している。回転軸を動かそうとすると、回転軸は、まるでそれに逆らうように振る舞うと見ることもできる。ジャイロスコープを用いて、回転軸は同じ向きを保つことを演示し、地球の自転軸との関連を説明した。また、けん玉の玉を回転させると“穴に刺す演技”が容易になることを演示して見せた（ただし、これは競技規則違反のようだ！）

5. ジャイロ効果の謎解き

今回、上記3のジャイロ効果の定性的説明を試みた。それも、中学生に分かるように、という目標付である。発想としては、ジャイロ効果も慣性の法則が元となって生じているはずだ、ということである。図解などが必要となるのでここでは説明を省略するが、遠心力の発生を説明する方法と似たやり方で説明した。100%正しい説明とは言えないかも知れないが、そんなに的外れな説明でもなかったと考えている（このことは受講生にも伝えた）。中学生には難しかったかもしれないが、ある程度は納得してくれている様子であった。

6. そ の 他

回転椅子に乗り、身体を回してもらい、その直後に手足を縮めると角速度が増す。角運動量保存の簡単な演示だ。今回の受講生は恥ずかしがり屋が多かったのか、なかなか椅子に乗ろうとしなかった。乗った本人が一番、角速度の変化が分かりやすいのだが。

中学理科のなかでは、物体の運動は比較的地味な存在である。しかし、それにしては多くの受講生を集めることができた。受講生は、おそらく自転車が倒れない理由というところに惹かれたのだろう。このような身近なことの説明を聞く機会がないわけである。ジャイロ効果の生じる理由まではともかく、地球ゴマの振る舞いから、現象論的に自転車が倒れないわけを理解したということだけでも十分に有意義だったと言える。

ジャイロ効果に関する今回の説明が本当に正しいものなのかは、今後も検討していくつもりである。ジャイロ効果については数学的な説明は多くあるが、直観的説明などは全く見たことがない。今回の試みは、もし本質的な誤りがなければ、新しい説明方法であると評価できるのかもしれない。

回転に関しては、大気の運動でよく出てくるコリオリ力も面白いが、上述の話題だけでもかなりの分量であり、今回は割愛した。